



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**
①⑩ **DE 198 04 463 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
F 02 B 23/02
F 02 B 23/06

②① Aktenzeichen: 198 04 463.1
②② Anmeldetag: 5. 2. 98
②③ Offenlegungstag: 12. 8. 99

DE 198 04 463 A 1

⑦① Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Rößler, Klaus, Dipl.-Ing., 73776 Altbach, DE;
Schöffel, Stefan, Dr.-Ing., 70374 Stuttgart, DE;
Krämer, Stephan, Dipl.-Ing., 71397 Leutenbach, DE;
Renner, Gregor, Dr.-Ing., 70619 Stuttgart, DE; Zahn,
Matthias, Dr.rer.nat., 68239 Mannheim, DE

⑤⑤ **Entgegenhaltungen:**

DE	196 42 653 C1
DE	26 58 783 C2
DE	39 03 842 A1
US	53 92 745
EP	03 52 926 A1
JP	08-2 70 450 A
JP	08-1 77 499 A
JP	62-87 170 A
JP	62-87 169 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Kraftstoffeinspritzsystem für Ottomotoren**

⑤⑦ Ein Kraftstoffeinspritzsystem für Ottomotoren ist mit einer Einspritzdüse, die Kraftstoff in einen von einer Kolben/Zylinder-Konstruktion gebildeten Brennraum einspritzt, und mit einer in den Brennraum ragenden Zündkerze versehen. Die Einspritzdüse ist mit wenigstens einer Reihe über den Umfang der Einspritzdüse verteilt angeordneten Einspritzlöchern versehen. Durch eine gezielte Einspritzung von Kraftstoff über die Einspritzlöcher wird ein strahlgeführtes Brennverfahren durch Bildung einer Gemischwolke realisiert mit wenigstens einem Strahl, der zur Zündung in Richtung auf die Zündkerze gerichtet ist und mit weiteren Strahlen, durch die eine wenigstens annähernd geschlossene bzw. zusammenhängende Gemischwolke gebildet wird.

DE 198 04 463 A 1

BEST AVAILABLE COPY

BUNDESDRUCKEREI 06.99 902 032/184/1



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzsystem für Ottomotoren mit einer Einspritzdüse, die Kraftstoff in einen von einer Kolben/Zylinder-Konstruktion gebildeten Brennraum einspritzt.

Bei Ottomotoren mit innerer Gemischbildung ist für den Schichtladebetrieb im Zündkerzenbereich eine "Gemischwolke" erforderlich, die ein Luftverhältnis im zündfähigen Bereich aufweist. Dies bedeutet, das Luftverhältnis der Gemischwolke sollte im Bereich von $\lambda = 0,7$ bis $1,4$ liegen, idealerweise bei $\lambda = 1,0$. Zu diesem Zweck werden Einspritzventile mit Düsen eingesetzt, die nach innen oder nach außen öffnen und die einen Kegelstrahl erzeugen.

Erfahrungen in der Praxis haben gezeigt, daß sich ein drosselfreier Betrieb bis zur Nullast am besten mit einem Brennverfahren realisieren ließe, bei dem Zündkerze und Einspritzdüse nur wenig voneinander entfernt sind. Dabei ergeben sich jedoch mehrere Probleme. So bewegt sich die Gemischwolke von der Zündkerze weg. Da eine Entflammung der Gemischwolke bereits in der Einspritzphase ungünstig bzw. teilweise sogar unmöglich ist, müßte die Entflammung am Ende der Einspritzung erfolgen. Dies hat jedoch zur Folge, daß die Lage der Verbrennung durch die Lage der Einspritzung bedingt wird. Die Lage der Einspritzung wird jedoch auch durch die Anforderungen an die Gemischbildung festgelegt. Durch diese Vorgaben läßt sich eine wirkungsgradoptimale Wahl der Verbrennungslage in der Praxis nicht oder nur sehr schwer erreichen.

Ein weiteres Problem besteht darin, daß die Zeit zwischen der Einspritzung und der Zündung, also die Zeit für die Gemischaufbereitung, aufgrund der vorstehend genannten Gegebenheiten häufig zu kurz ist. Durch eine ungenügende Gemischaufbereitung entsteht jedoch Ruß.

Um eine gute Zündung zu erreichen, sollte die Einspritzung in Richtung der Zündkerze erfolgen, um dort zum Zündzeitpunkt ein brennbares Gemisch zu erzeugen. Durch ein Anspritzen der Zündkerze mit Kraftstoff besteht jedoch die Gefahr der Benetzung und Verkokung der Zündkerze mit den daraus resultierenden nachteiligen Folgen für eine Entflammungsstabilität und Lebensdauer der Zündkerze.

Mit den einen Kegelstrahl erzeugenden Dralldüsen ist die Gemischaufbereitung, d. h. die Kraftstoffverteilung häufig nicht gut, oder die Verteilung erfolgt nicht weit genug. Dies bedeutet, daß man sehr früh einspritzen muß, weil man damit einen geringeren Gegendruck besitzt, womit eine größere Strahleindringtiefe erreicht wird. Diese verfrühte Einspritzung ist jedoch nicht verbrauchsoptimal.

Zur Vermeidung der vorstehend genannten Nachteile wird bei direkt einspritzenden Ottomotoren aus diesem Grunde häufig ein wandgeführtes Brennverfahren durchgeführt, wobei Kraftstoff auf den Kolben oder die Zylinderwandung gespritzt wird und die Wärme, die vom Kolben oder der Wandung dem Kraftstoff zugeführt wird, die Verdampfung des Kraftstoffes unterstützt. Ein derartiges Verfahren ist zum Beispiel in der DE 39 03 842 A1 beschrieben und dargestellt.

Bei Dieselmotoren ist es bekannt Einspritzdüsen zu verwenden, die ein oder mehrere Reihen von Einspritzbohrungen bzw. -löcher besitzen, über die Kraftstoff strahlenförmig in dem Brennraum verteilt wird. Dabei handelt es sich jedoch um ein anderes Einspritzverfahren, da bei einem Dieselmotor keine zusammenhängende Kraftstoff- bzw. Gemischwolke erforderlich ist, denn der Kraftstoff entzündet sich durch Verdichtung und Temperaturerhöhung selbständig im Brennraum.

Zum allgemeinen Stand der Technik wird noch auf die US-PS 5 392 745, die DE 26 58 783 C2, die

EP 0 352 926 A1 und die japanischen Anmeldungen JP 62-87169 A und 62-87170 A verwiesen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die eingangs erwähnten Nachteile bei einem Kraftstoffeinspritzsystem für Ottomotoren zu vermeiden, insbesondere eine wirkungsgradoptimale Lage der Verbrennung mit guter Zündsicherheit und geringer Belastung der Zündkerze zu erreichen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die in Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Durch das erfindungsgemäße strahlgeführte Brennverfahren über die gezielt gerichteten Einspritzstrahlen, wird die für eine Verbrennung erforderliche Gemischwolke in optimaler Weise und alleine durch die Einspritzung gebildet. Mit dem erfindungsgemäßen System läßt sich eine Entzündung und Entflammung in einem größeren Kurbelwinkelbereich realisieren, womit eine wirkungsgradoptimale Lage der Verbrennung realisiert werden kann. Gleichzeitig werden durch das erfindungsgemäße System Vorteile für die Zündkerzenlebensdauer erreicht. So werden zum Beispiel Verkokungen an der Zündkerze verhindert bzw. minimiert, womit die Zündsicherheit erhöht wird. Darüber hinaus kann zwischen der Einspritzung und der Zündung ein größerer Abstand realisiert werden, wodurch eine bessere Gemischaufbereitung erreicht und eine Rußemission abgesenkt werden kann.

Durch den wenigstens einen in Richtung auf die Zündkerze gerichteten Strahl wird zum einen eine Zündung der Gemischwolke erreicht und zum anderen wird vermieden, daß die Zündkerze durch eine Benetzung und Verkokung Schaden leidet. Dies läßt sich auf einfache Weise dadurch erreichen, daß im Unterschied zu einem nicht so genau definierbaren bzw. einstellbaren Kegelstrahl, der durch eine Dralldüse erzeugt wird, in einer vorbestimmten und nachvollziehbaren bzw. reproduzierbaren Weise eine Strahlausbreitung erreicht werden kann. So kann z. B. durch eine oder mehrere gerichtete Einspritzstrahlen möglichst nahe an die Zündkerze gespritzt oder knapp an dieser vorbei gespritzt werden und zwar durch die gesteuerte Strahlausbreitung, so daß nur noch verdampfter Kraftstoff an der Zündkerze ankommt. Darüber hinaus lassen sich durch die erfindungsgemäßen Merkmale Zündkerze und Einspritzdüse näher zusammenschließen, wodurch eine höhere Stabilität und Gleichförmigkeit der Verbrennung erreichbar ist und zwar ohne daß die beim Stand der Technik auftretenden Nachteile eintreten.

Durch die übrigen Einspritzstrahlen, die durch die Anzahl und Wahl der Einspritzlöcher gezielt gerichtet werden können, läßt sich eine für eine Verbrennung optimale geschlossene bzw. zusammenhängende Gemischwolke bilden.

Wenn man in einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung die Einspritzdüse wenigstens annähernd im zentralen Bereich des Brennraumes anordnet, wird mit dem strahlgeführten Brennverfahren eine sehr gute und verbrauchsoptimierte Verbrennung erzielt, denn auf diese Weise wird eine möglichst geringe Wandbenetzung erreicht.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus dem nachfolgend anhand der Zeichnung prinzipiell beschriebenen Ausführungsbeispiel.

Es zeigt:

Fig. 1 eine Seitenansicht einer Einspritzdüse mit Sitzlochdüse,

Fig. 2 einen Schnitt nach der Linie II-II der Fig. 1,

Fig. 3 einen Schnitt nach der Linie III-III der Fig. 2,

Fig. 4 einen Schnitt nach der Linie IV-IV der Fig. 2,

Fig. 5 eine Prinzipdarstellung eines in Richtung der Zündkerze gerichteten Einspritzstrahles,

Fig. 6 eine Prinzipdarstellung mit einem in die Zündkerzennähe gerichteten Einspritzstrahl,

Fig. 7 eine Prinzipdarstellung von zwei in die Zündkerzennähe gerichteten Einspritzstrahlen, und

Fig. 8 eine Prinzipdarstellung von drei in die Zündkerzennähe gerichteten Einspritzstrahlen.

Eine in den Fig. 1 bis 4 dargestellte Einspritzdüse 1, welche als Sitzlochdüse ausgebildet ist, ist grundsätzlich von bekannter Bauart, weshalb nachfolgend auf ihren Aufbau und ihre Funktionsweise nicht näher eingegangen wird.

Die Einspritzdüse 1 weist an ihrem vorderen Ende zwei Reihen von gleichmäßig über den Umfang verteilt angeordneten Einspritzlöchern 2a und 2b auf. Die Einspritzdüse 1 ist in bekannter Weise von einem Gehäuse mit einer Ventil Sitzfläche (nicht dargestellt) umgeben. Bewegt sich eine nicht dargestellte Düsennadel des Einspritzventiles 1 nach innen, so werden die Einspritzlöcher 2a und 2b zum Einspritzen von Kraftstoff in einen in den Fig. 5 bis 8 nur teilweise dargestellten Brennraum 3 einer Zylinder/Kolben-Konstruktion 3 freigegeben.

Wie aus der Fig. 1 erkennbar ist, sind die beiden Reihen von Einspritzlöchern 2a und 2b in Längsrichtung der Einspritzdüse in unterschiedlichen Ebenen angeordnet, wobei die Löcher in der unteren, der Einspritzventilsitze näher liegenden Einspritzlöcher 2b kleiner sind als die Löcher 2a der oberen Ebene. Die kleineren Löcher können einen Durchmesser von 0,08 mm und die größeren Löcher einen Durchmesser von 0,1 mm aufweisen. Die Einspritzlöcher 2a bzw. 2b jeder Reihe sind gleichmäßig über den Umfang verteilt in einem Abstand von 60° angeordnet. Die Einspritzlöcher 2b der unteren Reihe sind um 30° zu den Einspritzlöchern der oberen Reihe versetzt angeordnet. Die Spritzlochformen können sich konisch oder stufenförmig in Richtung der Einspritzung erweitern. Der Querschnitt der Spritzlöcher kann rund, rechteckig oder schlitzförmig sein. Durch eine entsprechende Wahl der vorstehend genannten Formen der Einspritzlöcher 2a bzw. 2b lassen sich die durch sie erzeugten Strahlen sowohl bezüglich ihrer Richtung als auch ihrer Ausbreitung in Länge und Breite jeweils den gewünschten Anforderungen entsprechend anpassen. Der Abstand der beiden Ebenen bzw. Reihen der Einspritzlöcher 2a bzw. 2b voneinander kann einem Lochdurchmesser der größeren Einspritzlöcher entsprechen. Die Einlaufkanten der Einspritzlöcher 2a bzw. 2b können hydroerosive Verrundungen aufweisen, wodurch die Strömung in den Löchern günstiger gestaltet wird. Selbstverständlich sind die vorstehend genannten Angaben nur beispielsweise zu verstehen. Im Bedarfsfalle kann die Anzahl der Löcher und die Anzahl der Reihen nebst Ausbildung ihrer Formen und Lagen den jeweiligen Anforderungen und gewünschten Strahlausbreitungen angepaßt werden.

Von den vorstehend beschriebenen Einspritzlöchern 2a und 2b ist wenigstens eines in Richtung auf eine Zündkerze 4 hin gerichtet, während die übrigen Strahlen so gerichtet sind, daß in dem Brennraum 3 eine geschlossene Kraftstoffwolke gebildet wird, die dann durch den Zündfunken der Zündkerze 4 entflammt wird. Die Strahlen werden dabei in einem relativ kleinen Winkel angeordnet, wobei die Eindringtiefe so gestaltet wird, daß sie in einem bestimmten Abstand von der Einspritzdüse 1 "stehen bleiben" und dort dann eine Kraftstoff- bzw. Gemischwolke aufbauen und zwar ohne daß es zu einer wesentlichen Berührung mit dem Kolben oder der Zylinderwandung kommt.

In den Fig. 5 bis 8 sind beispielsweise einige Einspritzmöglichkeiten dargestellt.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 wird ein von wenigstens einem Einspritzloch 2a oder 2b erzeugter Einspritzstrahl 5 in Richtung auf die Zündkerze 4 gerichtet. Der

Einspritzstrahl wird dabei so gesteuert, daß im Berührungsbereich mit der Zündkerze 4 nur noch verdampfter Kraftstoff vorliegt.

Die Fig. 6, 7 und 8 zeigen Beispiele für Einspritzstrahl-Anordnungen, bei denen kein Einspritzstrahl 5 direkt auf die Zündkerze 4 gerichtet ist, sondern wobei ein oder mehrere Strahlen 5 nahe an der Zündkerze 4 vorbeispritzen. Dabei ist zu beachten, daß die Einspritzstrahlen 5 einerseits weit genug von der Zündkerze 4 entfernt sind, um eine Benetzung der Zündkerze 4 mit flüssigem Kraftstoff sicher zu vermeiden und andererseits nahe genug an der Zündkerze 4 vorbeispritzen, daß genügend dampfförmiger Kraftstoff zur Zündkerze 4 gelangt um eine sichere Entflammung zu gewährleisten.

Die Fig. 6 zeigt eine Ausgestaltung, wobei der Einspritzstrahl 5 in Zündkerzennähe in deren zentralen Bereich (bezogen auf die Längsachse der Zündkerze) etwas unterhalb der Zündkerze 4 gerichtet ist.

Die Fig. 7 zeigt zwei Einspritzstrahlen 5, die jeweils seitlich der Längsachse der Zündkerze 4 auf verschiedenen Seiten unterhalb der Zündkerze 4 gerichtet sind.

Die Fig. 8 zeigt eine Kombination von Einspritzstrahlen gemäß dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 6 und 7. Wie ersichtlich, ist dabei eine der drei Einspritzstrahlen 5 in den zentralen Bereich gerichtet, während die beiden anderen Einspritzstrahlen 5 seitlich daneben auf gegenüberliegenden Seiten gerichtet sind.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzsystem für Ottomotoren mit einer Einspritzdüse (1), die in einen von einer Kolben/Zylinder-Konstruktion gebildeten Brennraum (3) einspritzt, und mit einer in den Brennraum (3) ragenden Zündkerze (4), wobei die Einspritzdüse (1) mit wenigstens einer Reihe von über den Umfang der Einspritzdüse (1) verteilten Einspritzlöchern (2a, 2b) versehen ist, wobei durch eine gezielte Einspritzung von Kraftstoff über die Einspritzlöcher (2a, 2b) ein strahlgeführtes Brennverfahren durch Bildung einer Gemischwolke realisiert wird, mit wenigstens einem Strahl (5), der zur Zündung wenigstens annähernd in Richtung auf die Zündkerze (4) gerichtet ist, und mit weiteren Strahlen (5) durch die eine wenigstens annähernd geschlossene bzw. zusammenhängende Gemischwolke gebildet wird.
2. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Reihen von Einspritzlöchern (2a, 2b) in Längsrichtung in unterschiedlichen Ebenen in der Einspritzdüse (1) vorgesehen sind.
3. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzlöcher (2a, 2b) unterschiedlicher Reihen in Umfangsrichtung versetzt zueinander liegen.
4. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der Reihen von Einspritzlöchern (2a, 2b) wenigstens annähernd einem Lochdurchmesser entspricht.
5. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzdüse (1) im zentralen Bereich des Brennraumes (3) angeordnet ist.
6. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Einspritzstrahl (5) in die Nähe der Zündkerze (4) gerichtet ist.
7. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwei oder drei Einspritzstrahlen (5) auf verschiedenen Seiten an der Zündkerze (4) vorbei gerichtet sind.

8. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß drei Einspritzstrahlen (5) in Richtung auf die Zündkerze (4) gerichtet sind, wobei zwei Einspritzstrahlen (5) auf verschiedenen Seiten an der Zündkerze (4) vorbei gerichtet sind, und der dritte Einspritzstrahl (5) wenigstens annähernd zentral vor die Zündkerze (4) gerichtet ist. 5
9. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzdüse (1) als Sitzlochdüse mit nach innen öffnender Düse ausgebildet ist. 10
10. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzlöcher (2a, 2b) an den Einlaufkanten hydroerosive Ver- 15
rundungen aufweisen.
11. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzlöcher (2a, 2b) sich konisch oder stufenförmig nach außen erweitern. 20

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

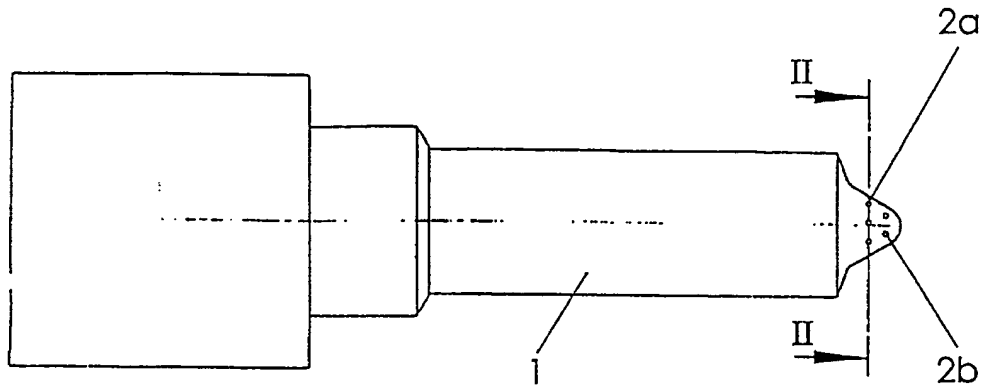


Fig. 1

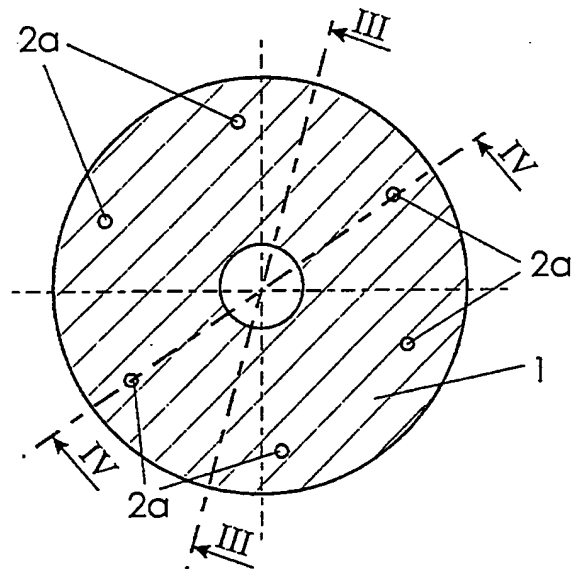


Fig. 2

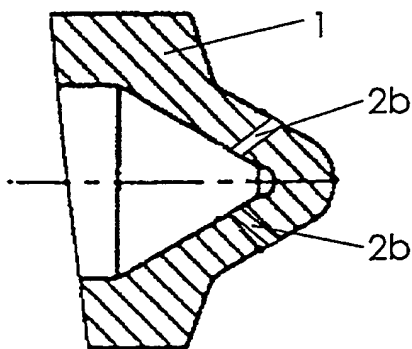


Fig. 3

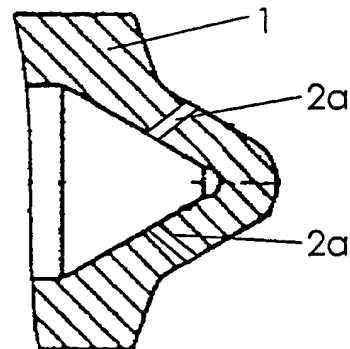


Fig. 4

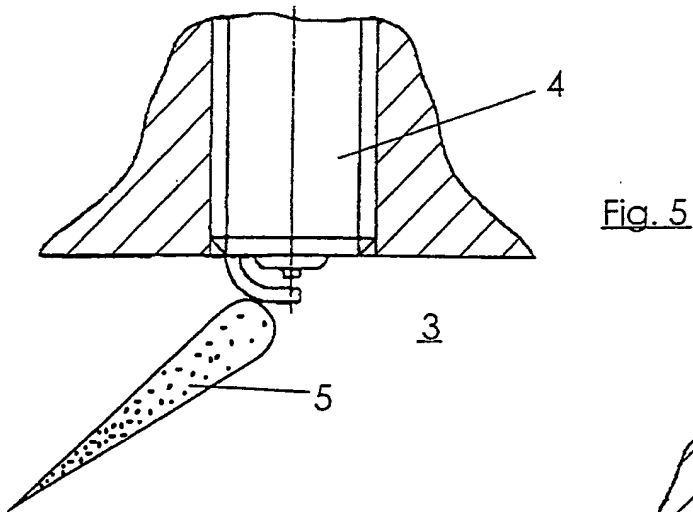


Fig. 6

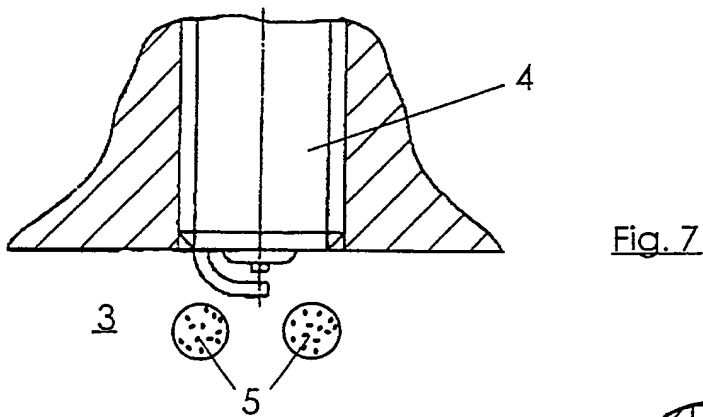
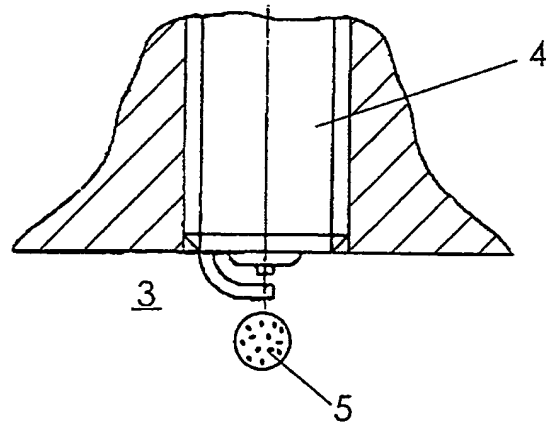


Fig. 8

